

- International Whaling Commission. 2012. Requirements and Guidelines for Conducting Surveys and Analysing Data within the Revised Management Scheme. *J. Cetacean Res. Manage.* (Suppl.) 13: 509–517.
- Laake, J. L. and Borchers, D. L. 2004. Methods for incomplete detection at distance zero. pp.108–189 In: S. T. Buckland, D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers and L. Thomas (eds.) *Advanced Distance Sampling*. Oxford University Press, Oxford. 416pp.
- Matsuoka, K., Ensor, P., Hakamada, T., Shimada, H., Nishiwaki, S., Kasamatsu, F. and Kato, H. 2003. Overview of minke whale sightings surveys conducted on IWC/IDCR and SOWER Antarctic cruise from 1978/79 to 2000/01. *J. Cetacean Res. Manage.* 5 (2): 173–201.
- 松岡耕二. 2005. 南大洋鯨類生態系調査 (IWC/SOWER) の現状と将来. *鯨研通信*. 426. 1-13.
- 松岡耕二. 2008. 鯨類資源のモニタリング. *鯨類学*. 東海大学出版会. 371-392.
- 松岡耕二. 2013. 国際捕鯨委員会 (IWC) による太平洋鯨類生態系調査 (POWER) の発足とその実施状況について. *鯨研通信*. 460 : 1-9.
- Okamura, H., Kitakado, T., Hiramatsu, K. and Mori, M. 2003. Abundance estimation of diving animals by the double-platform line transect method. *Biometrics* 59: 512-520.
- Okamura, H., Miyashita, T. and Kitakado, T. 2010. $g(0)$ estimates for western North Pacific common minke whales. Paper SC/62/NPM9 presented to the IWC Scientific Committee, June 2010 (unpublished). 7pp. [Available from the IWC Secretariat]
- Palka, D. 1995. Abundance estimate of the Gulf of Maine harbor porpoise. *Rep. int. Whal. Commn.* (Special Issue) 16: 27-50.
- Schweder, T. 1990. Independent observer experiments to estimate the detection function in line transect surveys of whales. *Rep. int. Whal. Commn.* 40. 349-355.
- Skaug, H. J. and Schweder, T. 1999. Hazard models for line transect surveys with independent observers. *Biometrics* 55: 29-36.

日本の国内市場に流通する鯨製品のDNA登録による監視制度¹

後藤陸夫、及川宏之(日本鯨類研究所・資源管理部門)

はじめに

日本はノルウェー及びアイスランドと同様、小売市場に流通する鯨製品の監視(出所の追跡)にDNAを用いた制度を活用してきた。この制度を利用して、毎年、日本政府(水産庁)の委託事業を日本鯨類研究所が受託し、小売市場に流通する鯨製品の購入からDNA分析およびデータベースとの照合を含む一連の作業を実施してきた。

本制度は、図1に示される通り、主に二つの要素で構成される。すなわち、1)合法的に捕獲(定置網への混獲を含む)あるいは、日本に輸入されたすべての大型鯨類の遺伝的情報を含むDNA登録データベースの構築と、2)小売市場で販売されている鯨製品の体系的な調査である。本制度の目的は、市場で入手した鯨製品のDNA情報を、登録されて

¹ 本稿は、当研究所のテクニカルレポート第4号(Technical Reports of the Institute of Cetacean Research (TEREP-ICR) No.4, The Institute of Cetacean Research, Tokyo, Japan. 79pp. 2020)に掲載された原稿の日本語訳を加筆・修正したものである。

いるデータベースと照合することにより、鯨類の違法な密漁や密輸入を防止することである。

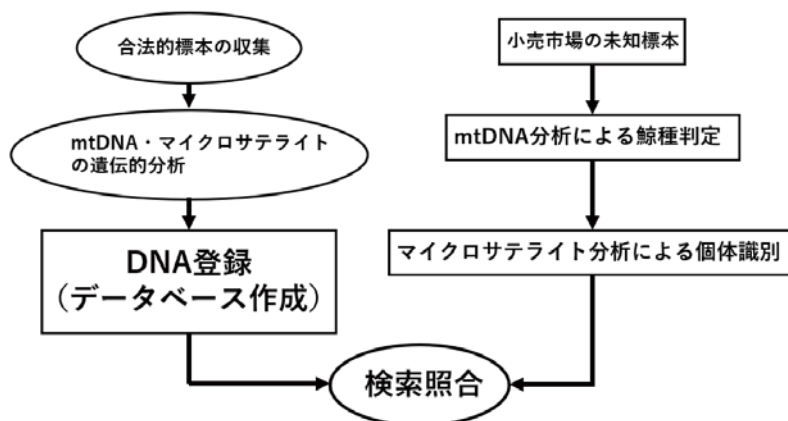


図1.国内市場に流通する鯨製品のDNA情報による監視制度のフロー図。

DNA登録されている大型鯨類の由来

日本のDNA登録制度(Japanese DNA Register :以下JDRと略す)は、ノルウェーのDNA登録制度(Glover *et al.*, 2012)と同様の仕様に基づいて構築されている。登録されている大型鯨類のDNA情報の由来は、以下の通りである。

- ① 特別許可による南極海の捕獲調査(第一期南極海鯨類捕獲調査JARPA: Japanese Whale Research Program under Special Permit in the Antarctic、第二期南極海鯨類捕獲調査JARPAIL、及び新南極海鯨類科学調査計画NEWREP-A: New Scientific Whale Research Program in the Antarctic Ocean)。これには1987/88年から2018/19年までの間に採集されたクロミンククジラ、2005/06年から2011/12年までの間に採集されたナガスクジラが含まれる。
- ② 特別許可による北西太平洋の捕獲調査(第一期北西太平洋鯨類捕獲調査JARPN: Japanese Research Program under Special Permit in the Western North Pacific、第二期北西太平洋鯨類捕獲調査JARPNI、及び新北西太平洋鯨類科学調査計画NEWREP-NP: New Scientific Whale Research Program in the North Pacific)。これには1994年から2019年までの間に採集されたミンククジラ、2000年から2016年までの間に採集されたニタリクジラ、2002年から2019年までの間に採集されたイワシクジラ、2000年から2013年までの間に採集されたマッコウクジラが含まれる。
- ③ 日本の排他的経済水域(Exclusive Economic Zone: EEZ)における商業捕鯨。これには2019年以降に捕獲されたミンククジラ、ニタリクジラ及びイワシクジラが含まれる。
- ④ 定置網による混獲。これには国内で販売・消費された、主にミンククジラが含まれる(農林水産省の省令改正により、DNA登録制度は2001年7月1日より運用)。
- ⑤ 輸入鯨製品。これには2008年以降のノルウェーからの北大西洋ミンククジラ、及びアイスランドからの北大西洋ナガスクジラが含まれる。

上記の鯨種は2019年末時点では、合計で約19,000個体のDNA情報がJDRに登録されている。

DNAデータベース用遺伝標本の採集方法

捕獲調査及び現在の商業捕鯨においては、遺伝分析用の標本は各個体から当研究所の専門の生物調査員が採

集している。主として皮膚標本(5mm角の皮膚片を2~3片、冷凍または99%エタノールで保存)である。さらに、標本を採集した各個体の鯨種、捕獲日、捕獲位置(緯度、経度)、体長、性別、成熟度など多くの情報も既定の要領に基づいて収集している。

大型鯨類の混獲に関する国内の規制(2001年7月1日改正)では、混獲されたヒゲクジラ等に由来する製品は、市場で販売する前に必ずDNA情報を登録しなければならない。規制や手続きの詳細は、<https://www.icrwhale.org/pdf/higekujira.pdf>を参照されたい。混獲された鯨を販売する意図がある漁業者は、皮膚または筋肉の標本(5cm角程度)を採集し、冷凍保存の上、日本鯨類研究所に送付することになっている。標本と併せて、漁業者は、既定の様式に従って鯨種、混獲日、混獲場所、定置網の種類、体長及び性別等を報告しなければならない。

DNA登録に用いられる遺伝マーカー

JDRでは、以下の太字で示す遺伝マーカー(ここでは、個体を特定するための目印で、その個体に特有の遺伝的性質を持つDNA領域)を使用しているが、各遺伝マーカーの詳細については、Pastene and Goto (2006)を参照されたい。

- ① 鯨製品の鯨種判定のための**ミトコンドリアDNA(mtDNA)**の部分領域(制御領域の500塩基対程度の断片)。鯨製品から解読した「試料(テスト)配列」(調べようとする標本の塩基配列)と「型(タイプ)配列」(データベースに登録されている、すでに鯨種が明らかな配列)を用いて系統学的分析を行う。
- ② 個体識別のための**マイクロサテライトDNA**(鯨種毎に13~17遺伝子座を用いた遺伝型判定)。鯨製品の数値化された遺伝子型のスコアと、データベースに登録されている個体の遺伝子型のスコアを照合する。
- ③ 性判定のための**Y染色体DNA**。Y染色体上の特定遺伝子の有無で雌雄を判定する。

市場調査の概要

市場調査では、鯨製品や流通過程について詳しい1名または2名の調査員が小売店で鯨製品を収集する。毎年9月から12月にかけて、全国のおよそ18市町名から350標本が収集される。市場調査の一例として、表1に2017年に調査した市町と収集した鯨製品の部位別個数を示す。また、図2に2017年調査の標本入手場所の地理的分布を示す。標本採集においては日本全国を網羅するよう努力はしているが、小売店の選択は無作為ではない。各標本について製品の

表1. 2017年調査における市町別鯨製品の収集数。

市町名	肉類	皮類	畝須類	合計
札幌市	23	2	7	32
仙台市	27	2	6	35
新潟市	3	10	3	16
金沢市	3	3	1	7
能登町	5	5	1	11
穴水町	1	1	0	2
富山市	4	0	0	4
氷見市	3	5	1	9
名古屋市	13	1	5	19
高知市	14	11	9	34
神戸市	10	8	3	21
大阪市	12	5	7	24
太地町	5	6	2	13
那智勝浦町	2	5	2	9
広島市	11	0	4	15
下関市	18	6	10	34
福岡市	16	5	14	35
長崎市	14	6	10	30
合計	184	81	85	350



図2. 2017年市場調査の標本入手場所。

部位、購入場所、購入日、重量、価格等の情報も併せて収集する。その後、当研究所で上述のマーカを用いた遺伝的分析を行う。

市場調査の標本の遺伝情報とDNA登録データベースとの照合

市場調査における遺伝学的分析の最初のステップでは、「テスト配列」(市場で収集した鯨製品の配列)と「タイプ配列」(JDRに登録してある鯨種の配列)のmtDNA配列に対し、系統学的分析を行い、収集された鯨製品の鯨種が判定されることになる。鯨種判定の1例として、図3に2017年調査におけるニタリクジラのケースを示す。

鯨種判定に引き続き行われる個体識別では、Cervus 3.0 software package (Kalinowski *et al.*, 2007)を使用し、鯨製品の数値化されたマイクロサテライトの遺伝型のスコアと、データベースに登録されている個体の遺伝型のスコアとの間で照合作業が行われる。

2017年の市場調査の結果を表2に示す。収集した350標本のうち1標本を除き、mtDNA分析による鯨種及び生息海域の同定に成功した。鯨製品1標本(コロ:本皮の揚げ物)については、DNAを抽出できなかった。マイクロサテライト分析による個体識別の対象とした232標本は、北半球産の170個体に由来することが判明した(表2)。なお、クロミンクジラについては日本市場に違法製品が流通する可能性が低いいため、個体識別は行わなかった。

終わりに

これまでに得られた結果を考慮すると、国内小売市場における鯨製品の監視(出所の追跡)ツールとして、DNA情報を用いた本制度は有効であると結論づけることができる。なお、上記の市場調査による標本採集と遺伝解析、およびJDRとの照合作業に関する一連の結果は、年次報告書として水産庁に提出されている。

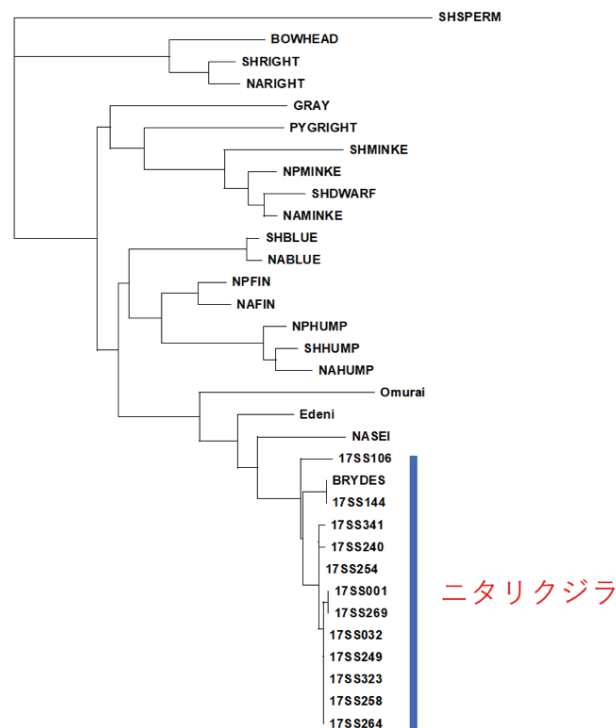


図3. 2017年市場調査でニタリクジラと判定された鯨製品の例。「テスト配列」と「タイプ配列」を比較し系統学的に分析した。17SS+3桁は、2017年調査によって収集された市場標本であることを示す。最初の2文字はSH:南半球、NA:北大西洋、NP:北太平洋。鯨種名はSPERM:マッコウクジラ、BOWHEAD:ホッキョククジラ、RIGHT:セミクジラ、GRAY:コククジラ、MINKE:ミンククジラ、DWARF:ドワーフミンククジラ、BLUE:シロナガスクジラ、FIN:ナガスクジラ、HUMP:ザトウクジラ、Omurai:ツノシマクジラ、Edeni:カツオクジラ、SEI:イワシクジラ、BRYDES:ニタリクジラ。

表2. 2017年市場調査における鯨種判定及び個体識別の結果。NG:DNA抽出不可、NP:北太平洋、NA:北大西洋。

鯨類判定の結果	検体数	個体識別で判明した標本の由来	標本数(個体数)
クロミンククジラ	110	実施せず*	—
ミンククジラ (NP)	87	特別許可:沖合域	1(1)
		特別許可:沿岸域	28(13)
		混獲	58(37)
ミンククジラ (NA)	9	ノルウェーからの輸入	9(7)
ナガスクジラ (NA)	40	アイスランドからの輸入	40(35)
イワシクジラ	84	特別許可:沖合域	84(66)
ニタリクジラ	12	特別許可:沖合域	12(11)
ツチクジラ	6	実施せず**	—
スジイルカ	1	実施せず**	—
NG	1	—	—
計	350	計	232(170)

*:クロミンククジラは日本市場に違法製品が流通する可能性が低いいため、個体識別は実施せず。

**：小型鯨類はJDRの対象外。

引用文献

- Glover, K.A., Haug, T., Oien, N., Walløe, L., Lindblom, L., Seliussen, B.B. and Skaug, H.J. 2012. The Norwegian minke whale DNA register: a data base monitoring commercial harvest and trade of whale products. *Fish and Fisheries* 13: 313–332.
- Kalinowski, S.T., Taper, M.L. and Marshall, T.C. 2007. Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. *Molecular Ecology* 16: 1099–1106.
- Pastene, L.A. and Goto, M. 2006. Report of the Scientific Committee. Annex N. Report of the working group on stock definition. Appendix 3. Status of the Japanese DNA register for large whales. *J. Cetacean Res. Manage.* (Suppl.) 8: 255–258.

日本鯨類研究所関連トピックス (2021年3月～2021年5月)

サンマ資源・漁海況検討会議への参加

3月1日に、令和2年度第2回サンマ資源・漁海況検討会議がTeamsによるリモート会議として開催され、資源生物部門の田村力部門長が参加した。近年のサンマの分布、資源量の変動について、鯨類の食性の変化の観点からコメントした。

冬季～春季北西太平洋鯨類資源調査

道東-三陸-房総沖におけるミンククジラの分布状況及び分布量の研究を目的として3月2日～25日(第七開洋丸)、及び3月15日～29日(第七勝丸、第五十一純友丸、第三大勝丸、第八幸栄丸)の日程で鯨類資源調査が実施された。

また、4月7日～29日にはオホーツク海においてミンククジラを対象とした同様の調査が実施された(第七開洋丸)。これまで当研究所では3、4月に広範囲を網羅する体系的な目視調査は行われておらず、今回の調査では特に三陸沖にミ